

**EVALUACION DEL ABONAMIENTO ORGANICO EN EL CULTIVO DE LA
QUINUA (Chenopodium quinua w.) EN EL MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO**

HUGO MORILLO SANTACRUZ

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA**

2002

**EVALUACION DEL ABONAMIENTO ORGANICO EN EL CULTIVO DE LA
QUINUA (Chenopodium quinua w.) EN EL MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO**

HUGO MORILLO SANTACRUZ

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de
INGENIERO AGRONOMO**

Presidente de Tesis

GERMAN ARTEAGA MENESES I.A., M, Sc.

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA**

2002

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo 1º. Del Acuerdo No. 324 del 11 de octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

DEDICATORIA

A Dios.

A mi esposa

A la memoria de mis padres.

A mis hijos.

HUGO MORILLO SANTACRUZ

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

GERMAN ARTEAGA MENESES. Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

BENJAMIN SAÑUDO SOTELO. Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

LUIS EDUARDO VICUÑA. Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

MIGUEL ANGEL VIVEROS ZARAMA. Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

JAIRO MUÑOZ H. Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

OVIDIO ZUÑIGA RUALES. Ingeniero Agrónomo. Fenalec

HERNAN BURBANO ORJUELA. Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

GERMAN CHAVES JURADO. Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

HUGO RUIZ E. Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

WALTER VALLEJO CALDERON. Especialista en Ecología.

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

INTRODUCCION	
1 MARCO TEORICO	
1.1 GENERALIDADES	
1.1.1 Origen e historia	
Análisis químico y valor nutritivo	
1.1.2 Botánica de la planta	
1.1.3 Descripción morfológica	
1.1.4 Distribución	
1.1.5 Zonas de producción en Colombia	
1.1.6 Aspectos agroecológicos	

1.1.6.1 Altitud

1.1.6.2 Temperatura

1.1.6.3 Humedad

1.1.6.4 Vientos

1.1.6.5 Requerimientos de fertilización

1.1.7 Utilidad

1.2 PRODUCCION DE ABONOS ORGANICOS

1.2.1 Aspectos generales

1.2.2 Los bioabonos edáficos

1.2.3 Los bioabonos líquidos

1.2.4 Aplicación práctica

1.2.5 Trabajos de fertilización en quinua

1.2.5.1 Abonos orgánicos

2 DISEÑO METODOLOGICO

2.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Ubicación Geográfica

2.1.2 Suelos

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

2.3 AREA EXPERIMENTAL

2.4 COMPOSICION DE LOS BIOABONOS

2.4.1 Abono edáfico

2.4.1.1 Componentes

2.4.1.2 Preparación

2.4.2 Bioabono líquido

2.4.2.1 Componentes

2.4.2.2 Preparación

2.5 CRITERIO PARA LA FUENTE Y DOSIS DE FERTILIZANTE

2.6 ABONAMIENTO Y SIEMBRA

2.7 LABORES DEL CULTIVO

2.7.1 Preparación del suelo

2.7.2 Control de malezas

2.8 EVALUACIONES

2.8.1 Altura de planta

2.8.2 Longitud de Panoja

2.8.3 Peso de grano seco

2.8.4 Producción de grano seco

2.8.5 Análisis estadístico

2.8.6 Análisis económico

3 PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 ALTURA DE PLANTAS

	pág.
3.2 LONGITUD DE PANOJA	
3.3 PRODUCCIÓN DE GRANO SECO	
3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	
4 CONCLUSIONES	
5 RECOMEDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización Geográfica de la zona de estudio	40
Figura 2. Plano de campo	43

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición química de la quinua	24
Tabla 2. composición de las cenizas de la quinua (<u>Chenopodium quinoa w.</u>)	24
Tabla 3 Contenido de vitaminas de la quinua (<u>Chenopodium quinoa w.</u>)	25
Tabla 4. Composición del bioabono edáfico	44
Tabla 5. Composición del bioabono líquido	46
Tabla 6. Altura de plantas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	53
Tabla 7. Longitud de panojas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	55
Tabla 8. Peso de grano seco con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua.	57

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis de varianza para altura de plantas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	70
Anexo B. Prueba de Tukey para altura de plantas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	71
Anexo C. Análisis de varianza para longitud de panojas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	72
Anexo D. Análisis de varianza para longitud de panojas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	73
Anexo E. Análisis de varianza para peso de grano seco con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	74
Anexo F. Prueba de Tukey para peso de grano seco con y sin fertilización	

foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua	75
Anexo G. Presupuesto parcial del efecto de diferentes niveles de fertilización sobre componentes de producción de quinua LS-47 en el municipio de Pasto, en el año 2001	76
Anexo H. Análisis de rentabilidad de diferentes niveles de fertilización sobre los componentes de producción de quinua selección SL-47 en el municipio de Pasto, año 2002	77
Anexo I. Análisis de muestra de suelos para el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, 1999	78

GLOSARIO

ABONO ORGANICO FERMENADO: es un sustrato sólido o líquido, formado principalmente por residuos orgánicos biodegradables, que son descompuestos por la acción de microorganismos hacia formas fácilmente utilizables por las plantas.

BIODEGRADACION: proceso que sufre un material vegetal fragmentado y transformado por la actividad enzimática de hongo y bacterias dando origen a compuestos órgano - Minerales

CICLO: respuesta continua de algunos elementos de la nutrición vegetal a leyes fisicoquímicas de la naturaleza.

CONDICIONES AEROBIAS: son propiedades edáficas, climática y biológicas que bajo su acción se consigue la transformación de materia orgánica por actividad biológica en presencia de oxígeno.

CONDICIONES ANAEROBIAS: son propiedades, edáficas, climáticas y biológicas que bajo su acción permiten la descomposición de materia orgánica por actividad biológica en ausencia de oxígeno.

MINERALIZACION: es la conversión de un elemento que se inmoviliza en alguna combinación orgánica en forma obtenible, como resultado de la descomposición por microorganismos.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre los meses de septiembre y diciembre del 2001 en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, departamento de Nariño, a una altura de 2750 msnm. Se utilizó un diseño de bloques al azar en distribución de parcelas divididas con dos tratamientos, cinco subtratamientos y tres repeticiones. Se evaluó la respuesta de la quinua SL-47 altura de planta, longitud de panoja, peso de grano seco y rendimiento a la fertilización edáfica con diferentes niveles de fertilizante orgánico (0, 500, 750, 1000 kg/ha), comparativamente con fertilizante químico 13-26-6 (100 kg/ha) y tres aplicaciones de bioabono líquido por vía foliar cada 30 días, a partir de los 30 días después de la siembra.

La fertilización foliar en el cultivo de la quinua no permitió manifestar el potencial de crecimiento y producción de la quinua de grano dulce SL-47, se obtuvo un rendimiento de 1255.23 Kg/ha comparativamente con el tratamiento sin fertilización foliar de 1207 Kg/ha. La diferencia no es significativa.

Las mejores respuestas en altura de plantas, longitud de panojas y rendimiento de grano seco se obtuvieron cuando se fertilizó con 1000 kg/ha de abono orgánico edáfico, presentó una altura de 83,96 cm, longitud de panoja de 46,32 cm y peso de grano seco de 1478,47, este subtratamiento presentó diferencias

significativas con el testigo que obtuvo (5858,9cm, 30,17 cm, 963,73 Kg/ha) respectivamente.

Según el análisis económico el tratamiento 1.000 Kg/ha de abono orgánico edáfico fue el más indicado económicamente , presentó un beneficio neto de \$900130/ha, un costo de \$570000/ha y un rendimiento de \$1´471.130/ha

ABSTRACT

The present work one carries out between the months of September and December of the 2001 in the corregimiento of Mapachico, municipality of Pasto, department of Nariño, to a height of 2750 msnm. You uses a design of blocks at random in distribution of parcels divided with two treatments, five subtratamientos and three repetitions. The answer of the quinoa SL-47 plant height, cob longitude, weight of dry grain and yield to the fertilization edafica is evaluated with different levels of organic fertilizer (0,500,750,1000 kg/ha), comparatively with chemical fertilizer 13-26-6 (100 kg/ha) and three bioabono applications liquidate for via foliating every 30 days, since the 30 days after the siembra.

The fertilization to foliate in the cultivation of the quinoa didn't allow to manifest the potential of the growth and production of the quinoa of sweet grain SL-47.

The best answers of plant height, cob longitude and yield of dry grain were obtained when you fertilizes with 1000 kg/ha of payment organic edafico.

According to the economic analysis the biggest profiatability 288,42 % corresponded 2000 Kg/ha of payment organic edáfico without fertilization to foliate.

INTRODUCCION

Uno de los limitantes que ha tenido la quinua, para que su cultivo comercial sea adoptado por los agricultores de la zona triguera de Nariño, es la escasa productividad de las plantas en los lotes de mediana y baja fertilidad, los cuales son frecuentes en las diferentes regiones cerealistas ubicadas entre 2000 y 2800 msnm.

Para lograr incrementar los rendimientos a nivel comercial, es necesario mejorar los contenidos de materia orgánica de los suelos que se van a dedicar a este cultivo y que sea viable para el agricultor.

El abonamiento orgánico le permite al agricultor lograr ventajas de los procesos bioquímicos que ocurren a través de las interacciones biológicas con las que él puede contar mediante el uso de recursos básicos, reduciendo considerablemente la utilización de recursos externos. Se busca por lo tanto, que el agricultor de la zona triguera, dependa más de los recursos propios al interior de la finca que de los recursos externos como: créditos, fertilizantes químicos, plaguicidas; es decir, el proceso productivo debe depender más de los recursos renovables (productos de la fotosíntesis) que de los no renovables (derivados del petróleo).

Con el presente trabajo de investigación se pretendió medir desde el punto de vista técnico y económico, el aporte de los bioabonos preparados de acuerdo con recomendaciones del convenio CORPOTRIGO - UNIVERSIDAD DE NARIÑO, sobre algunos componentes de rendimientos y producción del cultivo de quinua, en cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Evaluar tres dosis de un bioabono edáfico y su efecto sobre los componentes de rendimiento de quinua de grano dulce.
- Estudiar la interacción del abonamiento orgánico vía foliar con los tratamientos de fertilización al suelo.
- Realizar un análisis económico de las alternativas propuestas

1. MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 Origen e historia. Desde cuando Vavilov estableció que el centro de origen de una planta cultivada es aquella región con la mayor diversidad de tipos tanto domésticos como silvestres, todos los autores que han escrito sobre el origen de la quinua, están de acuerdo en considerar que son los Andes suramericanos (Tapia,1979, 20).

Según Vice (1980, 85) el centro de origen de la quinua está localizado en las áreas circundantes del altiplano peruano, donde se encuentra la mayor cantidad de variedades y líneas de esta especie.

Bukasov y Cárdenas (1965), citados por Tapia (1979, 32), consideran que el cultivo en los Andes de Perú y Bolivia es muy antiguo y que de allí fue llevado hasta Colombia y hacia el sur hasta Chile.

No obstante, para Cristo (1993, 14-15), la quinua es una planta que tuvo origen en Colombia, exactamente en el departamento de Cundinamarca. Además parece ser el alimento más antiguo de los pueblos de América, pues muestras encontradas y sometidas a las pruebas de carbono 14, datan de 3000 a 5000 años a de C.

También existe información de que el cultivo de la quinua se hacía desde la isla de Chiloé, hasta el altiplano de Tunja en Colombia; además hay referencias de que el cultivo en la Sierra Nevada de Santa Marta y en los Andes Venezolanos. Algunos piensan que la quinua fue introducida al altiplano de Bogotá por los españoles desde el imperio inca que llegaba hasta el actual departamento de Nariño (Tomayquichua, 1966, 36).

La quinua es un grano que apareció hace más de 5000 años. Se sabe que los caciques de los pueblos antiguos, iniciaban la siembra de la quinua, abriendo los surcos con arado de oro y al momento de la cosecha, ofrecían al dios sol, parte de los granos también en vasos de oro y en majestuosas ceremonias para resaltar la importancia de este grandioso alimento (Nieto y Fischer, 1992, 30).

1.1.2 Análisis químico y valor nutritivo. La quinua es un alimento excelente para el hombre y los animales. Suministra además de carbohidratos, una buena cantidad de proteínas, vitaminas y minerales (Gozenbach, 1942, 70).

Montenegro (1947, 15) al determinar la composición química de la quinua, de acuerdo con la Tabla1, se encontró lo siguiente:

Tabla 1. Composición química de la quinua (Chenopodium quinoa w.)

COMPONENTES	%
Agua	10,53
Carbohidratos	51,43
Proteínas	18,14
Grasas	5,37
Cenizas	2,24
Fibra	12,23

El mismo autor, analizando las cenizas, determinó, los siguientes nutrientes minerales consignadas en la Tabla 2:

Tabla 2. Composición de las cenizas de la quinua (Chenopodium quinoa w.)

COMPOSICION CENIZAS	%
Fósforo como P ₂ O ₅	39 a 41 %
Magnesio como MgO	9 a 13 %

Mazzocco (1934, 315), encontró que la composición química de la quinua se asemeja mucho al de los cereales, a los cuales aventaja desde el punto de vista alimenticio, especialmente en proteínas, grasas y minerales.

Analizando las proteínas encontró tres aminoácidos: cistina, tirosina y triptófano; sin embargo, Velázquez (1959, 25), trabajando con quinua de 14% de proteínas procedente del Perú encontró dieciséis aminoácidos.

Según el departamento de agricultura de los Estados Unidos, citados por Montenegro (1947, 20), la quinua según la Tabla 3 contiene:

Tabla 3. Contenido de vitaminas de la quinua (Chenopodium quinoa w.)

VITAMINAS	%
Tiamina	0,46
Riboflamina	0,26
Niacina	0,96

Botánica de la planta. Uribe (1952, 199–200), la clasifica así:

Reino : Vegetal

Phylum : Spermatophyta

Clase : Dicotiledonea

Orden : Centrosperma

Familia : Chenopodiaceae

Género : *Chenopodium*

Especie : *Chenopodium quinoa* w.

Sinónimos : quinua, arrocillo, arroz inca, suba.

1.1.4 Descripción morfológica. La quinua es una planta herbácea con raíz pivotante, alcanzando una profundidad de 60 cm, la altura varía entre los 100 y 230 cm; el tallo es cilíndrico a la altura del cuello y angular a partir de las ramificaciones. Las hojas son lanceoladas a triangulares algo carnosas; grandes en la parte inferior y pequeñas en la parte superior de la planta; el número de dientes es una característica importante para su clasificación (Alvarez, Pabón y Vorutte, 1990,13), (Montenegro, 1975, 4).

La inflorescencia de la quinua es racimosa y por la disposición de las flores en el racimo se considera como un panoja. Las flores se agrupan a lo largo del eje principal o los ejes secundarios dando lugar a las formas de inflorescencia amarantiforme y glomerulada. La inflorescencia ancestral es la glomerulada, la

misma que es dominante sobre la amarantiforme, siendo esta última, una mutación de la primera (Gandarillas, 1979, 20).

Las flores son pediceladas isostémonas, femeninas y hermafroditas, predominando las segundas, perigonio con cinco lóbulos de 2,2 a 3 mm de diámetro en las hermafroditas y de 1,9 a 2,1 mm en las femeninas. Tienen cinco estambres opuestos a los pétalos con filamento en forma de cinta hasta de 2 mm, de largo unidos a la base formando un anillo extenso de 0,5 mm de ancho sobre el cual descansa el pistilo, anteras dorsifijas iguales en longitud y anchura, miden 4 a 6 décimos de mm. Estilo dividido en dos ramas casi hasta su base cada uno de los cuales termina en un estigma cilíndrico. Ovario súpero, campilótropo, con dos ramas estigmáticas y con un solo óvulo (Gozenbach, 1942, 70).

Wittwer (1967), citado por Martínez (1991, 120), manifiesta que en los primeros días del periodo vegetativo, inicio de la floración y comienzo de la formación de fruto y semilla la presencia de factores externos en cantidad adecuada o suministrada producen incrementos significativos en la producción. Para el segundo estado de crecimiento y desarrollo, las aplicaciones tienen mayor potencial puesto que en el área foliar es mayor.

Clor et al., (1962), citados por Camargo y Silva (1975, 100), señalan que las ceras y la cutina son sustancias de naturaleza lipoidal, por consiguiente, la penetración

foliar de nutrientes en solución acuosa es más difícil cuanto mayor es la cantidad de ceras y de cutina presentes en la cutícula.

1.1.5 Distribución. En la actualidad la quinua se cultiva en la Argentina, Chile, Colombia y Ecuador a nivel de pequeño agricultor y para autoconsumo. En Bolivia y Perú el cultivo está difundido en zonas marginales donde no hay alternativas agrícolas (Wahli, 1990, 190).

1.1.6 Zonas de producción en Colombia. En Colombia, el cultivo de la quinua fue abundante en el pasado, sin embargo está actualmente casi abandonado en las sabanas Colombianas, debido a que la mayor parte de las áreas agrícolas de las tierras frías de Cundinamarca y Boyacá se convirtieron en “potreros” de pastoreo (Acosta, 1948), citado por Tapia (1979, 150).

1.1.7 Aspectos agroecológicos

1.1.7.1 Altitud. La quinua tiene su hábitat en las tierras frías de los Andes es una de las plantas de cultivo que crece y prospera a alturas de 3000 a 4000 msnm. Resiste las heladas y algunos agrónomos observan que las heladas nocturnas favorecen de manera definitiva la floración y maduración del grano. Como otras plantas tropicales, se adapta a días cortos y por esto los Andes equinocciales se consideran como zonas propias para su cultivo. En Colombia la quinua se puede cultivar en todos los climas fríos, en las mismas zonas ecológicas de la papa, la

cebada, el trigo y el haba, como los altiplanos de Nariño, Cundinamarca y Boyacá y en las tierras paramunas donde otros cultivos no se adaptan (Tapia, 100); Tomayquichua (1966, 40).

Se consideran como regiones óptimas las comprendidas entre los 2550 a 3500 msnm y en el Perú y Bolivia de 2800 a 4000 msnm (Montenegro, 1975 , 50).

1.1.7.2 Temperatura. La quinua crece en temperaturas desde 3°C a 24°C, siendo óptima la comprendida entre los 10°C a 24 °C. La altura y temperatura determinan la duración del periodo vegetativo (Uribe, 1952, citado por Hernández y Quijano, 1984, 35).

1.1.7.3 Humedad. La quinua necesita de 300 a 800 mm de precipitación pluvial, promedia anual siendo 400 mm el mínimo para obtener un buen rendimiento, este requerimiento debe estar distribuido durante su periodo vegetativo exigiendo mayor cantidad en la época de fructificación (Alvarez, 1979 y Pérez, 1956, citados por Hernández y Quijano, 38).

La quinua muestra una adaptación fisiológica a las extremas condiciones de sequía que se presentan, comportándose como una planta de regiones secas, con constante transpiración y consumo de agua (García, Hidalgo y Vacher, 1992, 59).

1.1.7.4 Vientos. El viento es el principal factor meteorológico negativo, el cual produce volcamiento de las plantas, causando por consiguiente pérdidas por los siguientes factores: Germinación precoz al estar en contacto con el suelo, dificultad en las labores culturales y baja calidad del grano (Portilla, citado por Burgos y Zúñiga, 1966, 40).

1.1.7.5 Requerimiento de fertilización. Según Montenegro (1975,6), existe la creencia de que la quinua no es exigente en fertilizantes, pudiendo crecer “muy bien” aun en terrenos estériles. Pero tal afirmación como fácilmente se comprende no tiene asidero alguno. Por el contrario, para obtener rendimientos altos es necesario que la planta disponga de cantidades suficientes de nutrientes que se aplican al terreno carente de los mismos debido a cultivos anteriores.

En general la quinua no se fertiliza a lo largo de la zona andina, a excepción de algunas regiones tecnificadas del punto (Perú), en cultivos comerciales a cargo de empresas agrícolas peruanas (Cardozo et al., 1979, 130)

Generalmente se acostumbra a fertilizar con estiércol cuando se repite quinua sobre quinua, pero cuando se establece después de un cultivo de papa que ha sido adecuadamente fertilizado, no requiere de fertilizante (1979, 135).

Según Burbano y Coral (1979), citados por Cháves y Narváez (1988, 15), en Nariño las dos terceras partes de los agricultores que cultivan quinua no aplican

fertilizantes al suelo. Los agricultores que si fertilizan, aplican un fertilizante de grado 10-30-10 en el momento de la siembra.

1.1.8 Utilidad. La quinua es procesada para consumo humano y varias industrias alimentarias elaboran productos como quinua perlada, hojuelas de quinua, harina de quinua cruda y pasta de quinua. Esos son comercializados y se utilizan en la preparación de sopas, guisos, harinas y bebidas (Cerón, 1976, 28).

Varias investigadores han realizado ensayos de panificación sustituyendo la harina de trigo por harina de quinua, encontrando niveles recomendables que oscilan entre 10 y 13%, para pasta de 30 a 40 % y para galletas dulces hasta 60% (Bacigalupo, 1973, 95).

1.2 PRODUCCION DE ABONOS ORGANICOS

1.2.1 Aspectos generales. Los principales organismos implicados en las transformaciones biológicas de los residuos orgánicos hacia la producción de bioabonos son las bacterias, los hongos, las levaduras y los actinomicetos. Estas transformaciones pueden realizarse aerobia o anaerobicamente, según la disponibilidad de oxígeno (Tchodanoglus, Theisen y Vigil, 1994, 190).

las transformaciones se cumplen a través de tres fases. La primera es una autocalfacción por bacterias, actinomicetos y hongos mesofílicos, que utilizan primero las pectinas y la hemicelulosa, creando ambiente húmedo y cálido con

temperaturas óptimas de 55 a 60 °C. La segunda fase en la que se alcanzan temperaturas de 70 °C como consecuencia de la degradación de la celulosa a cargo de los actinomicetos y hongos termófilos. Al final del proceso el sustrato comienza enriquecerse a en lignina, la cual es atacada por hongos que las transforman en unión con otras moléculas de origen vegetal, ácido húmico de elevado peso molecular (Jagnov y Wolfgang, 1993, 185).

Además de las tres fases mencionadas viene una fase de enfriamiento que se empieza a generar por la reducción de la población microbial, que es claramente dominada por bacterias mesofílicas, posteriormente se presenta la fase de maduración, en donde aumenta la fracción mineral y de los nitratos, con disminución el porcentaje de carbono, liberando CO₂ y NH₄⁺, se eleva la cantidad de actinomicetos responsables del típico olor a tierra orgánica fresca y de gran parte de organismos de antibiosis (Gómez, 2000, 95).

El abono orgánico fermentado o bioabono es un sustrato sólido o líquido formado principalmente por residuos orgánicos biodegradables que son descompuestos por la acción de microorganismos hacia formas utilizables por las plantas. La aplicación de ellos tiene varios beneficios, entre los cuales se cuentan:

- a- Uso de materias primas de la finca.
- b- Mejoran la agregación del suelo, ayudando a retener humedad, además de liberar nutrientes indispensables para los cultivos.

- c- Favorecen la vida microbial en el suelo.
- d- No ocasionan problemas de contaminación en el suelo y en los alimentos.
- e- Permiten rebajar los costos de producción (Molina, 1981, 100), (Restrepo, 1995, 20).

El agricultor puede preparar esencialmente dos tipos de abonos orgánicos, según el convenio CORPOTRIGO-Universidad de Nariño (1998, 2).

- a. Fertilizantes edáficos (bioabono edáfico). Se aplican al suelo en la siembra, en el trasplante, en el reabonamiento, etc.
- b. Abonos líquidos. Son útiles como abonos foliares, para fortalecer cultivos en periodos de intenso verano, después de inviernos prolongados o cuando han ocurrido heladas.

1.2.2 Los bioabonos edáficos. Según Robayo (1998, 30), un abono fermentado de fácil preparación y aplicación con costos de producción relativamente bajos, es bocachi. Para su preparación se colocan capas de 5 cm de espesor, según el siguiente orden: 1) Cascarilla de arroz, 2) Gallinaza, 3) Tierra negra, 4) Carbón molido, 5) Estiércol de ganado, y 6) Yeso agrícola. Después de colocar cada capa se debe regar con una mezcla de cuatro litros de agua con levadura de pan y panela. Toda la mezcla se revuelve cada tres días y está listo para el empleo a las dos semanas.

En los informes del convenio CORPOTRIGO- Universidad de Nariño (4-5) recomienda una variante para la zona triguera que consta de: 100 kg de residuos orgánicos descompuestos; 100 kg de suelo de zanja; 50 kg de ripio de carbón; 100 kg de estiércol seco de ganado; 10 kg de material encalante (fosforíta huila o de cal dolomítica); 5 kg de mantillo de bosque natural; cinco kg de residuos nutritivos (balanceado para pollitos) y 50 a 100 L de agua conteniendo 3 L de melaza, 3 L de leche cruda y 150 g de levadura para panificación.

Otro bioabono edáfico se prepara mezclando dos bultos de hierbas frescas y picadas de sitios fértiles, más de 60 kg de estiércol fresco de ganado formando una colada con agua más 5 L de melaza, más 10 kg de mantillo de bosque, más 10 L de caldo microbiológico. Se revuelven los materiales y cada 15 días se repite el volteo hasta los 45 días (Restrepo, 1995, 35).

1.2.3 Los bioabonos líquidos. Los bioabonos líquidos también denominados caldos microbiales, son una mezcla de productos orgánicos y algunos químicos debidamente combinados, que mezclados con agua fresca generan procesos de multiplicación de microorganismos benéficos que aceleran la síntesis o transformación de nutrientes, haciéndolos asimilables para las plantas y el suelo, sin dejar residuos tóxicos para el sistema (Mejía, 1996, 80).

Además de incrementos poblacionales de la microbiota heterotrofa se logra la liberación de enzimas, hormonas, ácidos orgánicos, aminoácidos, vitaminas etc. con lo que se mejoran las perspectivas nutricionales (1996, 150).

Los procesos enzimáticos de degradación de residuos presentes en los caldos, se pueden cumplir bajo condiciones aerobias y anaerobias, siendo la más utilizada los caldos aerobios y entre ellos: el extracto de mantillo, el caldo de rizósfera, el caldo de lombricompost, el caldo de estiércol y el caldo de residuos fibrosos (Molina, 1981, 200).

En los informes del convenio CORPOTRIGO – Universidad de Nariño (6-7), propone un caldo basado en estiércol fresco (5 kg), 500 cc de melaza, 500 cc de leche y 500 g de nitrato de potasio, 10 cc de agua oxigenada y 20 L de agua.

1.2.4 Aplicación práctica. Con el abonamiento en la siembra de trigo con 500 kg de bioabono edáfico se ha logrado rendimientos promedios de 2170, 2130, 3250, 2540, 2940, 1280 y 3820 kg/ha, en las variedades de trigo Bonza 63, Crespo, Yuriya, Gualmatán, L-9, Menkenen y Chimborazo respectivamente, comparativamente con la fertilización química que en el mismo orden dio: 1945, 1860, 1530, 2070, 1600, 1740, 700 y 3500 kg/ha. Así mismo se recomiendan 1500 kg/ha de bioabono edáfico el cultivo de papa, con rendimiento del diez por uno (Sañudo, Checa y Arteaga, 2001, 69).

Con el abonamiento en la siembra de frijol ayacoto con 500 kg/ha de bioabono edáfico se ha obtenido una producción de grano seco entre 1250 y 1480 kg/ha.

En un plan de fertilización de frutales andinos, en la tercera fertilización del primer año se recomienda una libra de bioabono edáfico; en la segunda fertilización del segundo año se recomienda una libra a un kilo de bioabono edáfico; en la primera fertilización del quinto año se recomienda una libra a un kilo de bioabono edáfico más 300 g de 10-30-20 más 30 g de borozinco por árbol (2001, 187-189).

1.2.5 Trabajos de fertilización en quinua.

1.2.5.1 Abonos orgánicos. Uno de los primeros en estudiar la fertilización en la quinua fue Calzada en 1951, citado por Cardozo et al (200), quien determinó el efecto de estiércol de bovino, el guano de las islas y la materia orgánica de las orillas del lago Titicaca. Las conclusiones de estos experimentos establecen que los sustratos empleados aumentaron los rendimientos en cantidades variables, los cuales sin embargo no estuvieron en relación creciente con el aumento de la cantidad de abonos aplicados.

En posteriores experimentos en la zona de la sierra central (Huancayo) y en la sierra norte (Cajamarca) del Perú no se encontró una clara respuesta a la fertilización con el guano de islas o el estiércol de corral. Parece ser que la quinua

no utiliza tan eficientemente los abonos orgánicos sobre todo aplicados el mismo año de la siembra (1951, 215).

No obstante, según Nieto, et al. (1992, 18) se puede aplicar de 5 a 10 t/ha de abono orgánico, como alternativa a la fertilización química, incorporando al suelo antes de la siembra.

Sañudo, Checa y Arteaga (2001, 145) recomiendan la apertura manual de surcos a 0,40 m de distancia depositando en el fondo bioabono edáfico en cantidad de 500 kg/ha para cubrir con un poco de tierra y depositar la semilla a chorrillo, necesitándose una cantidad aproximada de 7,10 a 20 kg/ha, respectivamente para amaranto, quinua y trigo negro.

Sañudo, et al. (2002, 35) recomiendan en el cultivo del babaco en las etapas de inicio de la floración, fructificación mayor y cuando declina la producción de frutos se hacen aspersiones, respectivamente con los bioabonos foliares dos, tres y cuatro. De cada bioabono se emplea un litro por bomba, las aplicaciones se deben hacer en épocas secas.

En el cultivo de lulo se recomienda aplicar bioabonos foliares en dosis de un litro por bomba y en diferentes épocas: bioabono, uno al inicio de la floración; bioabono, dos durante la etapa de floración abundante; bioabono tres en la época

de fructificación mayor; bioabono cuatro en el descenso de la fructificación (2002, 56).

Alpala (1997, 39) estudió el comportamiento de 12 variedades de quinua en dos municipios del departamento de Nariño; los resultados obtenidos en los componentes de rendimiento fueron: la variedad Ecu 612 mostró la mejor respuesta de altura con 126, 22 cm; la variedad Ecu 630 fue la de mayor longitud de panojas con diferencias significativas respecto a las demás variedades, y la variedad Ecu 631 mostró el mejor rendimiento con 2.770 kg/ha.

Puenguenán y Vitery (1996, 40) estudiaron el comportamiento de 10 variedades de quinua originarias de Bolivia, Perú y Colombia; los resultados obtenidos en los componentes de rendimiento fueron: la mayor altura con 133,97 cm correspondió a la variedad Nariño, la cual fue la más producida con un promedio de 6.367 kg/ha de grano seco, con mayor longitud de panoja y número de ramas producidas.

Delgado y Benavides (2002, 50) evaluaron el comportamiento de diez selecciones de grano dulce en los municipios de Pasto y Córdoba; la respuesta de la planta en los componentes de rendimiento fueron: las mayores alturas de planta con 1,70 cm se obtuvieron con la selección por las localidades de Córdoba; la longitud de panoja se pudo establecer que entre más altura tenga la planta, mayor es la longitud de panojas, las longitudes oscilaron entre 24 y 44 cm para Córdoba y las selecciones más productivas S6 y S10 con 2.456 y 2.314 kg/ha.

2. DISEÑO METODOLOGICO

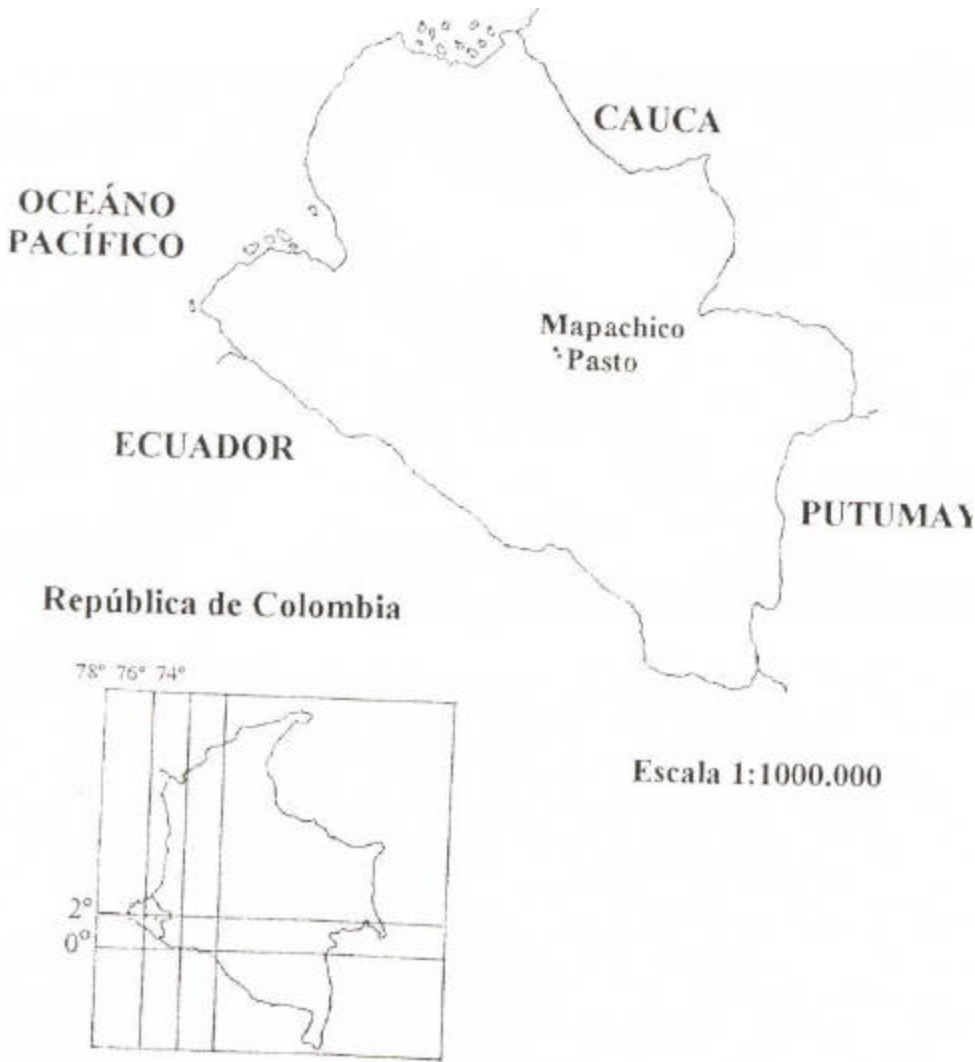
El presente trabajo se realizó entre los meses de septiembre y diciembre del 2001, en la vereda Mapachico, del corregimiento de Mapachico.

2.1 DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1.1 Ubicación geográfica. El corregimiento de Mapachico está ubicado a siete kilómetros al occidente de la ciudad de Pasto (Figura 1), presenta una altura sobre el nivel del mar de 2750 metros, una temperatura de 13°C, una precipitación pluvial promedio anual de 500 – 1000 mm, según Holdridge la formación vegetal es bosque seco montano bajo (B-S-mb) y una humedad relativa e 70% (IDEAM, 2000).

2.1.2 Suelos. Los suelos del corregimiento de Mapachico son derivados de cenizas volcánicas, de fertilidad moderada, que cambia de profundidad según las localidades sus características edáficas no están totalmente definidas. El corregimiento de Mapachico se caracteriza por tener una topografía montañosa, de relieve ondulado, sus suelos van de franco arcillosos con pH entre 5,5 y 6,5 ácidos o ligeramente ácidos con alta fijación de fósforo (IGAC, 1996, 570).

Figura 1. Localización Geográfica de la zona de estudio



Según el análisis de suelos realizado por el laboratorio de la Universidad de Nariño, el corregimiento de Mapachico presenta suelos con el pH de 5,4, un porcentaje de materia orgánica de 20,7%, una densidad aparente de 0,90 g/cc, fósforo 10,5 ppm, una capacidad de intercambio catiónico de 46,6, textura franca arcillo – arenoso y nitrógeno total de 0,68% (Hernández y Alfaro, 2002, 21).

De acuerdo a lo anterior se indica que el suelo es fuertemente ácido, con alto contenido de materia orgánica, una capacidad de intercambio catiónico alta, se puede observar altos contenidos de base intercambiables de potasio y calcio (Anexo I), por lo cual no se hace necesario aportes externos de estos elementos excepto de magnesio que dentro de la relación Ca/Mg es bajo y se necesita un aporte de este elemento para el equilibrio de esta relación.

En cuanto a los microelementos, los bajos contenidos de manganeso, zinc y boro pueden ser abastecidos con la aplicación del fertilizante compuesto Agrimins.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajó con un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas con dos tratamientos, cinco subtratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a:

A. Aplicación foliar de bioabono líquido.

B. Sin aplicación foliar de bioabono líquido.

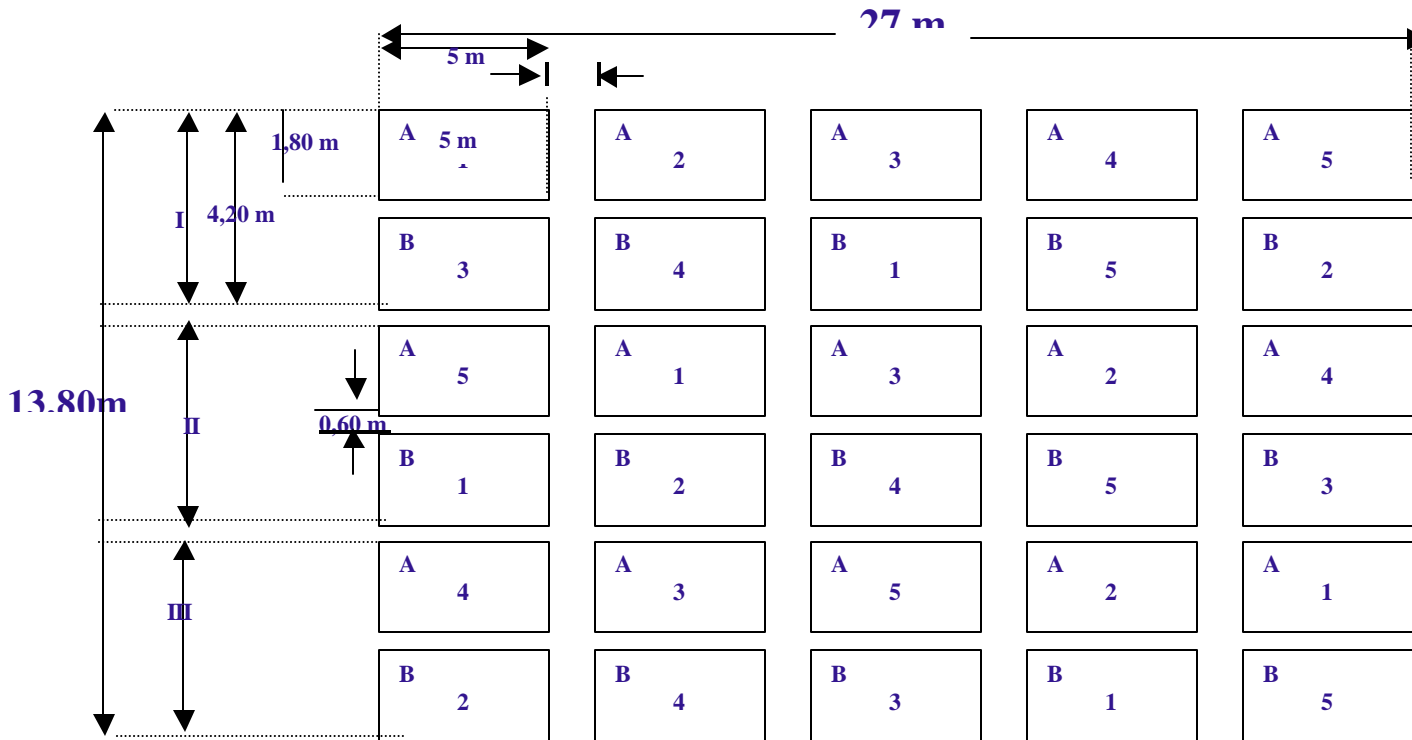
Los subtratamientos fueron:

1. Testigo sin fertilización (S.T.T).
2. Fertilización química (S.T.F.Q) con 100 kg/ha de 13-26-6.
3. Bioabono edáfico 500 kg/ha.
4. Bioabono edáfico 750 kg/ha.
5. Bioabono edáfico 1000 kg/ha.

2.3 AREA EXPERIMENTAL

En la zona se preparó un lote de 13,80 m por 27,00 m en el cual se trazó tres bloques de 3,60 m por 27,00 m, con separación entre ellos por calles de 0,60 m, por lo que se tuvieron dos parcelas mayores de 1,80 m por 27,00 m, con separación entre ellas por calles de 0.60 m y cada una con cinco subparcelas de 1,80 m por 5,00 m, con separación entre ellas por calles de 0,50 m (Figura 2).

Figura 2 . Plano del Campo



2.4 COMPOSICION DE LOS BIOABONOS

Los bioabonos se prepararon de acuerdo con recomendaciones del convenio CORPOTRIGO – UNIVERSIDAD DE NARIÑO (1998, 4-5).

2.4.1 Abono edáfico.

2.4.1.1 Componentes (Tabla 4).

Tabla 4. Composición del bioabono edáfico

COMPONENTES	CANTIDAD	COSTO (\$)
Residuos orgánicos descompuestos	100 kilos	1.000
Suelo de Sanja	100 kilos	1.000
Estiércol seco de ganado	100 kilos	1500
Mantillo de bosque natural	5 kilos	500
Carbón vegetal fino	50 kilos	6.000
Fosforita Huila	10 kilos	1.800
Levadura	0,15 kilos	2.000
Fuente nutritiva(purina)	6 kilos	
Total	370,15 kilos	
Leche cruda	3 Litros	5.000
Agua	50 – 100 Litros	1.000
Melaza	2 litros	700
Total	9 litros	
TOTAL COSTOS		20.5000

2.4.1.2. Preparación

- a. En un lugar cubierto, preferiblemente con piso de cemento se disponen capas superpuestas, de abajo hacia arriba: 100 kilos de residuos orgánicos 100 kilos de suelo, 50 kilos de carbón vegetal partido, 100 kilos de estiércol seco, 10 kilos de material encalante, cinco kilos de mantillo de bosque y cinco kilos de purina.

- b. En un recipiente con agua tibia se disuelve tres litros de melaza y 150 gramos de levadura, agregando tres litros de leche cruda. Esto se lleva a un volumen total de 50 a 100 litros con agua corriente. El líquido se va regando por cada una de las capas, excepto la de material encalante.

- c. Con una pala o palendra, se hace un montón para revolver las capas, luego se realiza otro volteado, formando un nuevo montón, si es necesario se agregó más agua, pero cada vez se coge con la mano un poco de sustrato y se lo aprieta (prueba de puño); no debe escurrir agua.

- d. El montón se tapa con un plástico o con una capa hecha de empaques de abono y a los dos días se hace el volteado, formando un nuevo montón, el cual se vuelve a cubrir. La misma operación se repite cada dos días hasta cuando la temperatura haya descendido notablemente, lo cual se comprueba al introducir el brazo desnudo en el montón; es el momento de utilizarlo.

En la formación de los montones se debe regar si la mezcla está muy suelta.

e. Para una nueva preparación, cinco kilos de este abono orgánico reemplaza al mantillo de bosque y la levadura, mientras el suelo puede ser reemplazado por lombricompuesto (Sañudo, Checa y Arteaga, 11-12).

2.4.2 Bioabono líquido

2.4.2.1 Componentes (Tabla 5)

Tabla 5. Composición y costos del bioabono líquido

COMPONENTES	CAPACIDAD	COSTOS (\$)
Estiércol fresco de ganado vacuno	5 litros	1000
Nitrato de potasio	0.5 litros	1250
Leche cruda	0.5 litros	500
Melaza	0.5 litros	116
Agua oxigenada	0.01 litros	60
Agua de arroyo	20 Litros	50
Total Cantidad	25.51 litros	
Total Costos (\$)		2926

2.4.2.2 Preparación. De manera artesanal se puede preparar bioabonos líquidos. Con buena disponibilidad de nutrientes y de microorganismos, los componentes son: melaza 500 gramos, leche cruda 500 cc, agua oxigenada 10cc, estiércol fresco de ganado 5 kg, agua corriente suficiente para llenar una caneca plástica de 25 Litros y nitrato de potasio (componente mineral). 500 gramos.

En un recipiente plástico de capacidad de 25 Litros se prepara una colada de estiércol fresco y agua corriente en proporción 1:2, revolviendo vigorosamente para adicionar una suspensión de melaza y leche en agua tibia. Luego se va agregando el agua corriente y se revuelve continuamente para adicionar el componente mineral del bioabono. Una vez que se ha llenado con agua, casi hasta el borde superior de la caneca, se vierte el agua oxigenada, se revuelve de nuevo, para tapar no herméticamente.

Después de diez días, se elimina el sólido sobrenadante, escurriendo en el tanque; luego la porción líquida es pasada a través de una tela y el filtrado se emplea en cantidad de un litro por bomba de 20 Litros, para las aspersiones foliares, Convenio CORPOTRIGO – Universidad de Nariño (1998, 6-7)

2.5 CRITERIO PARA LA FUENTE Y DOSIS DE FERTILIZANTE

Según (Whali, 1990), la quinua responde mejor al nitrógeno al fósforo. El potasio es poco empleado en las recomendaciones de fertilización debido a que no se ha encontrado respuesta a este elemento en los ensayos realizados.

En terrenos de mediana fertilidad, si el suelo contiene suficiente cantidad de potasio se aplica el de fórmula 13-26-6, es aconsejable que el abono lleve los elementos menores, aplicando en las cantidades requeridas por el suelo (Montenegro, 1975, 7).

En los suelos derivados de cenizas volcánicas, las reacciones de la alófana disminuyen notablemente las concentraciones asimilables de fósforo por la planta, por esto y las anteriores razones fue necesaria la aplicación de fertilizante de fórmula (13-26-6), la dosis se sometió a los requerimientos del suelo a través de un análisis físico - químico.

2.6 ABONAMIENTO Y SIEMBRA

En cada parcela se abrieron seis surcos de 27 m de longitud y cada 0,30 m en el fondo de cada surco se aplicó los correspondientes niveles de fertilización tapando con un poco de tierra, para luego distribuir la semilla por el sistema a chorrillo en una cantidad de 10 kg/ha, se trabajó con la línea promisoría SL-47.

La aplicación del bioabono foliar en las parcelas correspondientes se hizo a los 30-60-90 días después de la siembra, por medio de aspersión el bioabono líquido en al dosis de un L/bomba de 20 litros.

2.7 LABORES DEL CULTIVO

2.7.1 Preparación del suelo. Se utilizó un sistema de labranza relación 1:1 se empleó una yunta de bueyes, un rastrillo de púas y se niveló el suelo. Esta labor se realizó en época seca para evitar compactación del suelo, posteriormente se surcó mecánicamente empleando un azadón.

2.7.2 Control de malezas. Como el cultivo no es buen competidor con las malezas, fue necesario mantenerlo limpio desde le momento de la emergencia y durante su periodo vegetativo, con el fin de lograr mejores rendimientos; esta labor se realizó desyerbando periódicamente en forma manual en parcelas y calles. No se realizó control de plagas y de enfermedades por utilizarse una línea mejorada, con buena tolerancia a los principales problemas bióticos.

2.8 EVALUACIONES

2.8.1 Altura de planta. En la época de cosecha se realizó la medición con una cinta métrica del cuello de la planta al ápice de la inflorescencia terminal y se efectuó la lectura de diez plantas al azar de los cuatro surcos centrales de cada subparcela.

2.8.2 Longitud de panoja. Se realizó la medición con una cinta métrica de la base al ápice de la inflorescencia y se efectuó la lectura de diez plantas al azar de los cuatro surcos centrales de cada subparcela para determinar el promedio por planta, en época de cosecha.

2.8.3 Peso de grano seco. Se realizó la siega o corte en 10 plantas al azar con hoz a 0.20 metros del suelo, marrando pequeños manejos los cuales se colocan parados, apoyados en las paredes o colgados en alambres durante una semana antes de proceder a la trulla. Una vez que se comprueba que todas las panojas estén secas, se desatan y se colocan en capas delgadas sobre una carpa de lona o de plástico formando un círculo y con las panojas hacia adentro, para proceder a golpearlos con una vara, dándoles la vuelta y volviendo a golpear.

En seguida, manualmente se eliminan todos los residuos por un tamiz 8x8, luego se hace limpieza por venteo y el grano se almacena en una bolsa previamente

tiqueteada por tratamiento, subtratamiento y bloque, se las pesó en una balanza y se calculó el promedio de plantas por parcela útil de 6 m² para expresarlo en Kg/ha, para cada tratamiento y subtratamiento como esta indicado en la TABLA 8.

2.8.4 Producción de grano seco. Con los cálculos de peso se procedió a comparar los promedios mediante la prueba de Tukey para obtener la producción de grano seco en kg/ha para cada uno de los subtratamientos.

2.8.5 Análisis estadístico. Con cada una de las variables obtenidas se realizó el análisis de varianza, para establecer posibles diferencias entre tratamientos, subtratamientos y entre las interacciones; cuando esto sucedió se trabajó con la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad

Se realizó la prueba de comparación de promedio de Tukey para aquellas variables que resultaron significativas a 95% de probabilidad.

2.8.6 Análisis económico. El análisis económico del abonamiento orgánico se realizó utilizando un formato para organizar la información de los diferentes costos para la determinación del precio, la cantidad de materiales del bioabono edáfico, se expresaron en unidades de Kilogramo y litros correspondiendo a 370.15 Kilogramos y 5 litros para la realización de la mezcla, se calculó el total de los costos de los materiales en \$20500 y se determinó el precio de 1 kilo en \$55 y se calculó el precio para (1000, 750, y 500 K/ha) correspondiente (de la

fertilización se realizó utilizando la metodología del presupuesto parcial para cada uno de los tratamientos y subtratamientos, teniendo en cuenta el promedio de las tres replicaciones (Perrin, et al., 1974, 45).

Se empleó un formato para organizar la información de los diferentes costos. Para la determinación del precio, teniendo en cuenta que la quinua no es un producto mercadeable en el país se toma la referencia del mercado Ecuatoriano y se hizo la conversión a pesos colombiano. De esta manera el precio estimado fue de \$350.500 /t. No obstante los costos de producción varían de un lugar a otro se considera que para efectos del ensayo es posible extrapolar los valore del producto a las condiciones del mercado Ecuatoriano.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ALTURA DE PLANTAS

En la Tabla 6, se muestran los promedios de altura en cm de las plantas de quinua SL – 47 con y sin aplicación foliar (tratamientos) y edáfico (subtratamientos) de abono orgánico, comparativamente con fertilización química, encontrándose diferencias no significativas para tratamientos y diferencias altamente significativas para subtratamientos de acuerdo con el análisis de varianza (Anexo A) Entre fertilización foliar y la no foliar no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos posiblemente porque la quinua es una especie poco eficiente para producir intercambios nutricionales a través de las hojas y la capa polvosa sobre la cutícula, impide el contacto del líquido nutritivo con las membranas activas.

Lo anterior coincide con lo expuesto por Clor et al., citados por Camargo y Silva (100) al señalar que las ceras y la cutina son sustancias de naturaleza lipoidal; por consiguiente, la penetración foliar de nutrientes en solución acuosa es más difícil cuanto mayor es la cantidad de cera y de cutina presente en la cutícula.

En la prueba de Tukey (Anexo B), se comparan los promedio de altura en cm de las plantas con diferentes niveles de fertilización de abono orgánico

TABLA 6

encontrándose que fueron 83,96, 78,90, 68,77 y 58,10 cm para los tratamientos con 1000, 750, 500 y 0 kg/ha, además del subtratamiento de fertilización química que fue 70,25 cm. Esto permite suponer que la quinua responde al abonamiento orgánico y que con las cantidades utilizadas no se encontraron diferencias significativas. No obstante, a mayores cantidades de 1000 kg/ha hay diferencias respecto al testigo con el mismo comportamiento que e químico.

Lo anterior coincide con Nieto et al., (1992, 18) quienes indican que se puede aplicar de 5 a 10 t/ha de abono orgánico como una alternativa similar a la fertilización química, incorporando al suelo antes de la siembra.

3.2 LONGITUD DE PANOJA

La Tabla 7 muestra los datos promedios de la longitud de panojas con y sin fertilización foliar y diferentes niveles de fertilización edáfica, determinándose que fue 46,32; 43,47, 36.82 y 230.17 para 1000, 750, 500 y 0 kg/ha de abono orgánico al suelo. Comparativamente con el subtratamiento de fertilización química que fue 42,52 cm. De acuerdo con el análisis de varianza, se encontró diferencias significativas entre tratamientos, pero si diferencias altamente significativas entre los subtratamientos (Anexo C).

En la comparación de medios de Tukey (Anexo D), se observó que todos los subtratamientos de abonamiento orgánico vía edáfica mostraron diferencias

significativas respecto al testigo y además la menor dosis fue significativamente menos eficiente que las dosis mayores y que el químico. Se observa que hay selección entre la altura y la longitud de la panoja, debido al crecimiento general de las plantas. No obstante, Gandarillas (1979, p 30) anota que la longitud de la panoja de quinua es muy variable, pues oscila entre 15 y 70 cm, dependiendo de muchos factores, principalmente el aspecto genético.

3.3 PRODUCCION DE GRANO SECO

La Tabla 8 muestra los datos promedios del peso de grano seco con y sin fertilización foliar orgánica y con diferentes niveles de fertilización edáfica con abono orgánico, comparativamente con una fuente compuesta de fertilización química, encontrándose diferencias no significativas para los tratamientos y diferencias significativas altas para los subtratamientos.

Los resultados del análisis de varianza (Anexo E) muestran diferencias significativas entre los diferentes niveles de fertilización orgánica respecto al testigo cuyos rendimientos de grano seco fueron de 963,73 kg/ha. De otra parte los rendimientos de 1478,47 kg/ha de grano seco con 1000 kg/ha tuvo diferencias significativas con respecto a las demás dosis 500 y 0 kg/ha de abono orgánico, además del subtratamiento con fertilización química.

TABLA 8

Witter (1967), citado por Martínez (1991, 120) manifiesta que en los primeros días del periodo vegetativo, inicio de la floración y comienzo de la formación de fruto y semilla, la presencia de factores externos en cantidad adecuada o suministrada producen incrementos significativos en la producción para el segundo estado de crecimiento y desarrollo, las aplicaciones tienen mayor potencial puesto que el área foliar es mayor.

De acuerdo con los resultados encontrados podría iniciarse que el potencial productivo de la quinua puede expresarse con la tendencia a mayores rendimientos, al aumentar las cantidades de abono orgánico, cuya eficiencia ha sido comprobada en tres cultivos de la zona triguera como cereales, leguminosas y frutales (Sañudo, Checa y Arteaga, 2001, 69).

3.4 ANALISIS ECONOMICO

En el Anexo G se muestra el presupuesto parcial para el efecto de diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua selección SL-47, bajo las condiciones experimentales. Se destacó la composición costa variable y el beneficio neto parcial para los diferentes tratamientos. De igual forma puede observarse que el subtratamiento 1000 kg/ha con aplicación foliar tiene el máximo beneficio neto parcial en dicha evaluación.

Según el análisis de rentabilidad de los tratamientos de fertilización sobre los componentes de producción de quinua SL-47 del Anexo E se tiene que en las condiciones del experimento el tratamiento de mayor rentabilidad 288,42% correspondió a 100 kg/ha de abono orgánico edáfico sin fertilización foliar, el mejor beneficio neto se obtiene cuando se emplea fertilizante foliar 1000 kg/ha de abono orgánico su valor correspondió a \$439.820 por hectárea, este mejor ingreso se debe a que fue el tratamiento de mayor rendimiento de 1.485,80 kg/ha, con una rentabilidad de 284,67%. sin embargo esta no tiene diferencias significativas con respecto a la rentabilidad del tratamiento sin aplicación foliar, en efecto el mayor beneficio neto se obtiene eliminando los costos de aplicación del fertilizante foliar, el de menor ingreso \$35.800 fue el tratamiento que empleó 100 kg/ha de 13-26-6 cuya rentabilidad fue de 7,99%. Este es excluido porque incrementó los costos de producción por el valor del fertilizante granula \$300.000 por hectárea y que no representa un mejor rendimiento con relación a los demás subtratamientos.

4. CONCLUSIONES

4.1 la fertilización foliar en el cultivo de la quinua no afecta ni benefícialmente el rendimiento de la quinua de grano dulce SL- 47.

4.2 La quinua mostró los mejores resultados cuando se fertilizó con 1000 kg/ha de abono orgánico al suelo, obteniéndose una altura de plantas de 83,96 cm, de longitud de panojas de 46,32 cm y rendimiento de grano seco de 1478,47 kg/ha.

4.3 las respuestas de la quinua a la fertilización química fueron en promedio, altura de plantas de 70,25, cm longitud de panojas de 42,52 cm y rendimiento de grano seco de 1243,29 kg/ha.

4.4 Con el tratamiento sin fertilización foliar se logró un ingreso neto de \$ 436952 y una rentabilidad de 288,42%.

5. RECOMENDACIONES

6.1 Estudiar la respuesta de la quinua a diferentes dosis, épocas de aplicación de fertilizantes orgánicos.

5.2 Medir la respuesta de la quinua a diferentes fuentes de Nitrógeno Fósforo y Potasio y materiales orgánicos en zonas aptas para este cultivo.

5.3 Promover el cultivo de quinua como alternativa de diversificación de cultivos en las zonas trigueras del departamento Nariño donde el cultivo de la cebada ha desaparecido.

BIBLIOGRAFIA

ALPALA. Comportamiento de doce variedades de quinua dulce (Chenopodium quinoa w.) en dos municipios del departamento de Nariño. Pasto, 1997. 60 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ALVAREZ, M., PAVON, J y CON RUTTE, S. Caracterización. En : WHALI, CH., ed. Quinoa hacia su cultivo comercial. Quito : Latinreco, 1990. P. 3-30.

BACIGALUPO, A. Desarrollo de un método de lavado por agitación y turbulencia del grano de quinua (Chenopodium quinoa, Willd). En : Informe anual del 1o y 2o trimestre, año fiscal 1972/73. Lima, Perú : Universidad Nacional Agraria La Molina, 1973, 110 p.

BURGOS REVELO, Libardo y ZÚÑIGA RUALES, José Ovidio. Contribución al estudio de la quinua Chenopodium quinoa Willd. Pasto, 1966. 66p. (Tesis de grado Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

CAMARGO, P. y SILVIA, O. Manual de adubacao foliar. Sao Paulo : Herba, 1975. p63 – 119.

CARDOZO, A., et al. La quinua y la kaniwa cultivos andinos. Bogotá, Colombia : CIID, 1979. 228p.

CERON RAMÍREZ, L. E. Proyecto sobre el fomento del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa, Willd). En : Reunión binacional sobre planificación de la producción de quinua, Colombia – Ecuador. 1ª . Pasto, Colombia, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar/Comité Interinstitucional Colombiano de la Quinua, 1976, p. 13-31.

CONVENIO CORPOTRIGO – UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Preparación artesanal de abonos orgánicos. Boletín Técnico No 1, Pasto, Colombia : CORPOTRIGO, 1998. 8p.

CRISTO, G. La quinua. El Espectador, Bogotá, Revista del campo. Nº98. Abril 2, 1993. p 14 – 15.

CHAVES, P. J., NARVAEZ, I. J. La influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa, Willd) en una zona del departamento de Nariño. Pasto, 1988. 25 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

DELGADO, M., BENAVIDES, I. Comportamiento de diez selecciones de grano dulce de quinua (Chenopodium quinoa w.), en los municipios de Pasto y Córdoba, en el departamento de Nariño. Pasto, 2002. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

FISCHER, P. V. y NIETO, C. La quinua un alimento nuestro. Quito : Estación experimental "Santa Catalina", 1992. 59 p.

GANDARILLAS, H. Botánica. En : Quinua y kañiwa : cultivos andinos. Bogotá : IICA, 1979. p 20-44.

GARCIA, M., HIDALGO, J. y VACHER, J. Estudio comparativo del comportamiento hídrico de dos variedades de Quinua en el Altiplano Central. En : Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, (Bolivia), 1992. p. 57 – 62.

GOMEZ, J. Abonos Orgánicos. Santiago de Cali : Universidad Nacional de Colombia, 2000. 106 p.

GOZENBACH, C. Quinua (Chenopodium quinoa). Boletín Instituto Botánico. Quito : Universidad Central. Vol. 1, N° 1 (1942); p. 66 –84.

HERNÁNDEZ, M., y ALFARO, E. Evaluación de dos línea mejoradas de maíz (Zea mays L) Tipo morocho en el corregimiento de Mapachico municipio de Pasto, Colombia. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 2002, 86 p.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI. Diccionario Geográfico de Colombia. Bogotá : IGAC. 1996. Tomo 3. 1302 p.

INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. Información metereológica. Pasto : IDEAM, 2000. 45 p.

JAGNOW, G. Y WOLFGANG, D. Biotecnología: Introducción con experimentos modelos. Zaragoza : Acribia, 1993. 251 p.

MARTINEZ, N. Efectos de la fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento y factores de predicción maltera – cebada e el cultivo de la cebada. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, 1991. 140 p.

MAZZOCCO, F. Composición y valor nutricional de la quinua (Chinopodium quinoa Willd). En: Revista Biología. Vol. 10, N°7 (1934); p. 352 – 357.

MEJIA, M. Agricultura sin agrotóxicos. Corporación para la educación especial. Cali, Colombia: Mi nuevo mundo, 1996. 94 p.

MOLINA, J. Hacia una nueva agricultura. Bogotá : El Ateneo, 1981. 220 p.

MONTENEGRO, B. La quinua de Nariño. Pasto : Imprenta del Departamento. 1947. 25 p.

MONTENEGRO, B. Investigación sobre quinua dulce de Quitopamba. (Chinopodium quinoa Willd). Memorias. Pasto (Colombia), 1975. 9 p.

MONTENEGRO, B. Investigación sobre quinua dulce de Quitopamba. En: Reunión Nacional sobre planificación de la producción de quinua. Memorias. Pasto, Colombia, 1976. p. 47 – 61.

NIETO, C. et al. INIAP – Ingapirca e INIAP – Tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina. Boletín Divulgativo No. 228. Quito : Estación Experimental “Santa Catalina”. INIAP, 1992. 23 p.

PERRIN, R. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Manual metodológico de evaluación económica. México : Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y tigo (CIMMYT), 1976. 54 p.

PUENGUENAN L. y VITERY, J. Estudio fenológico de diez variedades de quinua (Chenopodium quinoa w.) en Obonuco, municipio de Pasto, Nariño. Pasto, 1996. 52 p. Tesis de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

RESTREPO, I. Abonos orgánicos fermentados. En: Experiencias de agricultores en Latinoamérica y Brasil. San José de Costa Rica : OIT y CEDELO, 1995. 49 p.

ROBAYO, E. El abono orgánico se elabora en 15 días. En: periódico el Comercio, Quito, Ecuador, (20, oct., 1998); p 8.

SAÑUDO, B., CHECA, O. y ARTEAGA G. Perspectivas para el desarrollo agrícola de la zona triguera de Nariño. Pasto : Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas, 2000. 214 p.

SAÑUDO, Benjamín, et. al. Introducción al manejo de frutales andinos en la zona triguera baja de Nariño. Pasto : Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 2002. 118p.

TAPIA, M. La quinua y la kañiwa : cultivos andinos. Bogotá : IICA – CIID, 1979. 227 p.

TCHBANOLOUS, G., THEIWSEN, H y VIGILIS. Gestión integral de residuos sólidos. España : Mac-Graw Hill, 1994. 290 p.

TOMAYQUICHUA, A. Notas sobre el cultivo de la quinua. Agricultura tropical Vol. 22, N°1 (1966); p. 36 –46

URIBE URIBE, L. Botánica. Bogotá : Voluntad. 1952. p. 199 – 200.

VELÁSQUEZ, D. Análisis cromatográfico de variedades de quinua. Perú. En. Informe anual. Est. Exp. Agric. “La Molina”, 1959. 35 p.

VICE, M. Cultivo de la quinua. En : manual integral de ciencias y transferencia de tecnología agropecuaria. Perú : IICA, 1980. p. 81 - 90.

WAHLI, C. Quinua: hacia un cultivo comercial. Quito : Nestle : Latinreco, 1990. 206 p.

Anexo A. Análisis de varianza para altura de plantas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM
BLOQUES	2	282,72	141,36
TRATAMIENTOS	1	70,16	70,16
ERROR A	2	73,32	36,66
TOTAL PARCELAS	5	426,20	
BLOQUES SUBPARCELAS	5	426,20	
SUBTRATAMIENTOS	4	2.385,25	591,31
INTERACCION AXB	4	53,40	13,35
ERROR B	16	928,5	58,03
TOTAL SUBPARCELAS	29	3.440,47	

CV = 10,58

NS = No significativo

** = Altamente significativo

Anexo B. Prueba de Tukey para altura de plantas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

PROMEDIO		1000 kg/ha	750 kg/ha	100 kg/ha 13-26-6
		83,96	78,90	70,25
0 kg/ha	58,09	25,87 *	20,81 *	12,16 NS

500 kg/ha: 13-26-6	68,77	15,19 *	10,13 NS	1,48 NS	
100 kg/ha	70,25	13,71 *	8,65 NS		
750 kg/ha	78,90	5,06 NS			
1.000 kg/ha	83,96				

Comparador de Tukey (0,05%) = 12,60

NS = No significativo

* = Significativo

Anexo C. Análisis de varianza para longitud de panojas con y sin fertilización

foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM
BLOQUES	2	54,15	27,08
TRATAMIENTOS	1	8,64	8,64
ERROR A	2	154,09	77,05
TOTAL PARCELAS	5	216,88	
BLOQUES SUBPARCELAS	5	216,88	
SUBTRATAMIENTOS	4	989,86	247,47
INTERACCION AXB	4	4,66	1,17
ERROR B	16	227,43	14,21
TOTAL SUBPARCELAS	29	1.438,83	

CV = 9,46
 NS = No significativo
 ** = Altamente significativo

Anexo D. Prueba de Tukey para longitud de panojas con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

PROMEDIO		1000 kg/ha	750 kg/ha	100 kg/ha 13-26-6
		46,32	43,47	42,52
0 kg/ha	30,17	16,15 *	13,30 *	12,35 *
500 kg/ha	36,82	9,50 *	6,65 *	5,70 NS
100 kg/ha 13-26-6	42,52	3,80 NS	0,95 NS	
750 kg/ha	43,47	2,85 NS		
1.000 kg/ha	46,32			

Comparador de Tukey (0,05%) = 6,23
 NS = No significativo
 * = Significativo

Anexo E. Análisis de varianza para peso de grano seco con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

--	--	--	--

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM
BLOQUES	2	47.450,82	23.725,41
TRATAMIENTOS	1	17.443,59	17.443,59
ERROR A	2	97.814,04	48.907,02
TOTAL PARCELAS	5	162.708,45	
BLOQUES SUBPARCELAS	5	162.708,45	
SUBTRATAMIENTOS	4	826.907,86	206.524,47
INTERACCION AXB	4	6.380,57	1.595,14
ERROR B	16	256.989,36	16.061,84
TOTAL SUBPARCELAS	29	1.187.281,83	

CV = 10,29

NS = No significativo

** = Altamente significativo

Anexo F. Prueba de Tukey para peso de grano seco con y sin fertilización foliar entre diferentes niveles de fertilización en el cultivo de la quinua

		1000 kg/ha	750 kg/ha	100 kg/ha 13-26-6
PROMEDIO		1.478,47	1.284,52	1.243,29
0 kg/ha	963,73	574,74 *	320,79 *	279,56 *
500 kg/ha	1.185,60	292,84 *	98,82 NS	57,69 NS
100 kg/ha: 13-26-6	1.243,52	235,18 *	41,24 NS	

750 kg/ha	1.284,52	193,95 NS			
1.000 kg/ha	1.478,47				

Comparador de Tukey (0,05%) = 209,55

NS = No significativo

• = Significativo

Anexo G. Presupuesto parcial del efecto de diferentes niveles de fertilización sobre componentes de producción de quinua LS-47 en el municipio de Pasto en el año 2001

DETALLE	1000 kg/ha		750 kg/ha		100 kg/ha	
	Con F. Foliar	Sin F. Foliar	Con F. Foliar	Sin F. Foliar	Con F. Foliar	Sin F. Foliar
1) RENDIMIENTO (kg/ha)	1.485,80	1.471,13	1.300,60	1.268,43	1.277,07	1.209,5
INGRESO BRUTO	594.320	588.452	520.240	507.372	510.828	483.800
2) INSUMOS VARIOS						
SEMILLA (kg/ha)	10	10	10	10	10	10
FERTILIZANTE (kg/ha) 13-26-6						
JORNALES	46	46	46	46	46	46
YUNTAS	1	1	1	1	1	1
EMPAQUES	30	30	27	26	26	25
APLICACIÓN FERTILIZANTE FOLIAR (Jornales)						
3) COSTOS VARIABLES						
VALOR SEMILLA (\$500)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
VALOR FERTILIZANTE (\$3.000 kg)					300.000	300.000
VALOR MANO DE OBRA (\$500)	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000	23.000
VALOR YUNTAS (\$2.500)	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
VALOR EMPAQUES (\$700 c/u)	21.000	21.000	18.900	18.200	18.200	17.500
VALOR APLICACIÓN FOLIAR (\$1.000)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
4) COSTOS FIJOS						
VALOR ARRIENDO TERRENO	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
VALOR ADMINISTRACION	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
TOTAL COSTOS	154.500	151.500	152.400	48.700	451.700	448.000
BENEFICIO NETO PARCIAL	439.820	436.952	367.840	358.672	591.128	358.000

* El arriendo se fijo en \$840.000 por un año, el cultivo se cosechó a los cuatro (4) meses

Anexo I. Análisis de muestra de suelos para el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, 1999

Fecha : 17/09/99 **Cultivo proyectado** : _____
Cultivo anterior : _____ **Temperatura** : 11°C
Altura : 2800 msnm **Topografía** : Ondulada
Profundidad : 20 cm **Otros** : _____
Tipo de análisis : Caracterización

MUESTRAS		UNIDAD	RESULTA.	CALIFICAC.
PH Potenciómetro relación suelo: Agua (1:1)			5,4	Fuertemente Ácido
Materia Orgánica Walkey – Black (colorimétrico)		%	20,7	Alto
Densidad Aparente		g/cc	0,9	
Fósforo (p) Bray II		Ppm	10,5	Medio a Bajo
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC)	CH ₃ COOHNH ₄ INpH ₇	Meq/100g	46,6	Alta
Calcio de Cambio			8,6	Alto
Magnesio de cambio			1,0	Bajo
Potasio de cambio			1,02	Alto
Aluminio de cambio KCIN			0,5	
F = Franco – Ar = Arcilloso – A = Arenoso Grado Textural			F Ar A	
Nitrógeno Total		%	0,68	Alto
Carbono Orgánico		%	11,98	
Hierro	Extracción con DTPA	Ppm	178,0	Alto
Manganeso			0,80	Bajo
Cobre			0,20	Óptimo
Zinc			0,40	Bajo
Boro ppm, Método de Agua Caliente			0,12	bajo

Observaciones: _____

Fuente: Universidad de Nariño – Laboratorio de Suelos.